



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ Patentschrift  
⑩ DE 198 46 852 C 2

⑤1 Int. Cl.7:  
B 29 D 23/00

②1 Aktenzeichen: 198 46 852.0-16  
②2 Anmeldetag: 12. 10. 1998  
④3 Offenlegungstag: 13. 4. 2000  
④5 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 26. 7. 2001

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦3 Patentinhaber:  
ContiTech Holding GmbH, 30165 Hannover, DE

⑦2 Erfinder:  
Röthemeyer, Fritz, Prof. Dr., 30916 Isernhagen, DE;  
Hüls, Achim, 30890 Barsinghausen, DE; Oehl,  
Rainer, 30165 Hannover, DE; Wode, Stefan, 30851  
Langenhagen, DE

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

DE 36 19 981 C2  
DE 38 24 757 A1  
US 45 78 024  
EP 06 05 767 A1

⑤4 Vorrichtung zur Einarbeitung einzelner Verstärkungsfäden in einen Schlauchrohling und Verfahren zur Herstellung eines fadenverstärkten Schlauchrohlings mit Hilfe der Vorrichtung

⑤7 Vorrichtung (2) zur Aufbringung einzelner Verstärkungsfäden (8) auf eine schlauchförmige Schicht aus polymerem Werkstoff, die zu einem fadenverstärkten, aus mehreren Schichten bestehenden Schlauchrohling aus polymerem Werkstoff weiterverarbeitet wird, die folgende Merkmale aufweist:

- die Vorrichtung (2) enthält einen Positionierring (4), der auf einer Umfangsfläche mindestens eine Reihe von äquidistanten Löchern (6) aufweist, wobei durch jedes Loch (6) ein Verstärkungsfaden (8) in einem Eintrittswinkel zur Längsachse des Positionierrings (4) von radial außen nach radial innen führbar ist

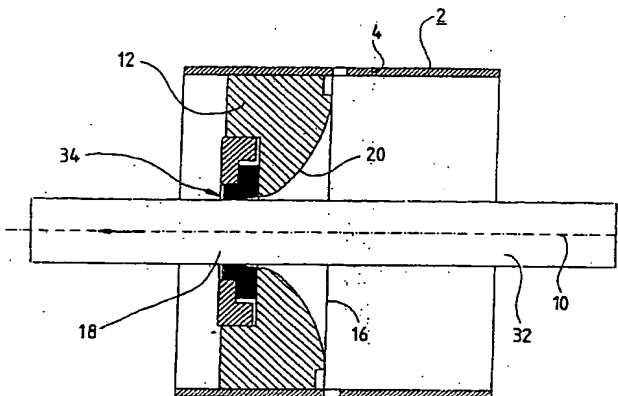
- die Vorrichtung (2) enthält ein Umlenkelement (12), das von dem Positionierring (4) konzentrisch umfaßt wird und axial zum Positionierring (4) derart ausgerichtet ist, daß radial durch die Löcher (6) des Positionierrings (4) geführte Verstärkungsfäden (8) direkt in das Umlenkelement (12) führbar sind,

dadurch gekennzeichnet, daß

- das Umlenkelement (12) rotationssymmetrisch und trichterförmig ist und einen einzigen sich stetig verjüngenden Kanal (14) mit einer ringförmigen Eintrittsöffnung (16) und einer kleineren ringförmigen Austrittsöffnung (18) umschließt, auf dessen radial inneren Oberfläche (20) alle Verstärkungsfäden (8) geführt werden, wobei in dem Umlenkelement (12) auf separate Führungskanäle für jeden Verstärkungsfaden (8) verzichtet wird, und daß

- das Umlenkelement (12) an der Eintrittsöffnung (16) einen Eintrittswinkel  $\alpha$  zur Längsachse (10) des Umlenkelementes (12) aufweist, der weitestgehend dem Eintrittswinkel der Verstärkungsfäden (8) zur Längsachse (10) des Positionierrings (4) entspricht, und daß

- das Umlenkelement (12) an der Austrittsöffnung (18) einen Austrittswinkel  $\beta$  zur Längsachse (10) des Umlenkelementes (12) aufweist, der zwischen 0° und 25°, vorzugsweise zwischen 0° und 10° liegt.



DE 198 46 852 C 2

DE 198 46 852 C 2

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Aufbringung einzelner Verstärkungsfäden auf eine schlauchförmige Schicht aus polymerem Werkstoff, die zu einem fadenverstärkten, aus mehreren Schichten bestehenden Schlauchrohling aus polymerem Werkstoff weiterverarbeitet wird. Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Herstellung eines fadenverstärkten aus mehreren Schichten bestehenden Schlauchrohlings aus polymerem Werkstoff mit Hilfe einer solchen Vorrichtung.

Typische Produkte, die aus einem fadenverstärkten polymeren Werkstoff hergestellt werden, sind Schläuche und Luftfedern. Der Luftfederbalg einer Luftfeder z. B. steht unter einem hohen Druck. Er enthält eine Vielzahl von Verstärkungsfäden, die in äquidistanten Abständen dicht nebeneinander liegen, um diesem Druck standhalten zu können (ein handelsüblicher Luftfederbalg enthält beispielsweise ca. 200 bis 300 Verstärkungsfäden pro 10 cm).

Es ist bereits seit langem bekannt, einen Luftfederbalg aus einzelnen ebenen Lagen zu fertigen, in die die Verstärkungsfäden bereits eingebettet sind. Die einzelnen Lagen werden auf einen Dorn gewickelt und in einem Überlappungsbereich bzw. in einem Stoßbereich miteinander verbunden und danach vulkanisiert. Der Luftfederbalg ist dann fertiggestellt.

Das genannte Verfahren hat den Vorteil, daß sich in einer ebenen Lage eine große Anzahl von Verstärkungsfäden, die jeweils einen äquidistanten Abstand zueinander aufweisen, auf einfache Art und Weise einbetten läßt. Es ist jedoch festzustellen, daß der Überlappungsbereich bzw. der Stoßbereich in dem Luftfederbalg die physikalischen Eigenschaften des Luftfederbalges nachteilig beeinflussen kann und darüber hinaus die Stabilität des Luftfederbalges in diesem Bereich verringert.

Es ist deshalb auch schon vorgeschlagen worden, einen Luftfederbalg aus einem endlosen Schlauch zu fertigen, in den die äquidistanten Verstärkungsfäden bereits eingearbeitet sind. Der Vorteil dieses Herstellungsverfahrens ist darin zu sehen, daß der Schlauch, von dem der Luftfederbalg in der gewünschten Länge abgetrennt wird, weder einen Überlappungsbereich noch einen Stoßbereich aufweist. Es ist jedoch schwierig, in einen Schlauch eine Großzahl äquidistanter Verstärkungsfäden einzubetten. Es sind bereits unterschiedliche Vorschläge gemacht worden, wie dies erfolgen kann.

Aus der EP 0 605 767 A1 ist beispielsweise eine Koextrusionsvorrichtung zur Herstellung eines fadenverstärkten Schlauchrohlings aus polymerem Material bekannt. Der Schlauchrohling besteht aus drei Schichten, wobei zwischen der ersten und der dritten Schicht zwei helisch gewickelte Lagen aus äquidistanten Verstärkungsfäden liegen. Die beiden Lagen der Verstärkungsfäden sind durch die zweite Schicht voneinander getrennt. Zur Herstellung eines solchen Schlauchrohlings enthält die Koextrusionsvorrichtung einen ersten Fließkanal mit einem kreisförmigen Querschnitt, der konzentrisch von einem zweiten und dritten Fließkanal mit einem kreisförmigen Querschnitt umfaßt wird. Diese Fließkanäle dienen der Herstellung der einzelnen polymeren Schichten des Schlauchrohlings. Zwischen dem ersten und dem zweiten Fließkanal befindet sich ein Führungselement für die erste Lage der Verstärkungsfäden, das ebenfalls einen kreisförmigen Querschnitt aufweist. Ein weiteres Führungselement für die zweite Lage der Verstärkungsfäden befindet sich zwischen dem zweiten und dem dritten Fließkanal. Die Führungselemente für die Verstärkungsfäden sind zwischen den Fließkanälen drehbar angeordnet, um die Verstärkungsfäden helisch zwischen den einzelnen Schichten

des Schlauchrohlings einbetten zu können. Jedes Führungselement weist eine Vielzahl von äquidistanten Führungskanälen auf, wobei in jedem Führungskanal ein einzelner Verstärkungsfaden geführt wird. Die Fließkanäle und die Führungselemente haben die Form eines Kegels und verjüngen sich in Längsrichtung auf den Durchmesser des herzustellenden Schlauchrohlings.

Mit der aus der EP 0 605 767 A1 bekannten Koextrusionsvorrichtung läßt sich in einem Verfahrensschritt ein Schlauchrohling herstellen, der zwei Lagen von helisch gewickelten äquidistanten Verstärkungsfäden aufweist. Es ist jedoch festzustellen, daß eine aufwendige Vorbereitung der Koextrusionsvorrichtung notwendig ist, bevor mit der Fertigung des Schlauchrohlings begonnen werden kann, da die Verstärkungsfäden einzeln durch die Führungskanäle der Führungselemente geführt werden müssen.

Aus der US 4,578,024 und der DE 36 19 981 C2 sind ebenfalls Koextrusionsvorrichtungen bekannt, die einen ähnlichen Aufbau aufweisen, wie die aus der EP 0 605 767 A1 bekannte Koextrusionsvorrichtung und mit der ebenfalls ein Schlauchrohling mit äquidistanten Verstärkungsfäden in einem Verfahrensschritt hergestellt werden kann. Auch bei diesen Koextrusionsvorrichtungen wird jedoch jeder einzelne Verstärkungsfaden in einem ihm zugeordneten Führungskanal geführt, so daß auch hier eine aufwendige Vorbereitung des Koextrusionskopfes notwendig ist, bevor mit der Fertigung des Schlauchrohlings begonnen werden kann.

Aus der DE 38 24 757 A1 ist eine Vorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 bekannt, die einen Positionierring enthält, der auf einer Umfangslinie eine Reihe von äquidistanten Löchern aufweist, wobei durch jedes Loch ein Verstärkungsfaden geführt wird. An den Positionierring schließt sich in axialer Richtung eine Pinole an, in deren Eintrittsöffnung die Verstärkungsfäden ausgehend von dem Positionierring eingeführt werden. Die Pinole ist in ihrem Inneren im wesentlichen hohl, d. h. rohrförmig, ausgebildet. Im Bereich des vom Positionierring abgewandten Mundstückes verkleinert sich der innere Rohrdurchmesser der Pinole erheblich. Die so entstehende nach innen gerichtete Stufe ist in axialer Richtung auf einem Umfang der Pinole mehrfach mit Fadenführungslöchern versehen. Durch diese Fadenführungslöcher werden die einzelnen Verstärkungsfäden geführt. Die aus den Fadenführungslöchern der Pinole austretenden Verstärkungsfäden werden auf einem Kern der Pinole abgelegt und über einen Ringkanal mit einer Schmelze abgedeckt.

Mit der aus der DE 38 24 757 A1 bekannten Vorrichtung läßt sich zuverlässig ein Schlauchrohling herstellen, der helixförmig gewickelte äquidistante Verstärkungsfäden aufweist. Es ist jedoch festzustellen, daß eine aufwendige Vorbereitung der Vorrichtung notwendig ist, bevor mit der Fertigung des Schlauchrohlings begonnen werden kann, da die einzelnen Verstärkungsfäden sowohl durch die Löcher des Positionierrings als auch durch die Führungslöcher der Pinole jeweils einzeln geführt werden müssen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zur Aufbringung einzelner Verstärkungsfäden auf eine schlauchförmige Schicht aus polymerem Werkstoff zu schaffen, mit Hilfe der einerseits ein Schlauchrohling mit äquidistanten Verstärkungsfäden einfach zu fertigen ist und die andererseits einfach für die Fertigung vorbereitet werden kann. Der Erfindung liegt ferner die Aufgabe zugrunde, ein einfaches Verfahren zur Herstellung eines fadenverstärkten Schlauchrohlings aus polymerem Werkstoff zu schaffen, das einfach vorzubereiten und einfach durchzuführen ist.

Die Aufgabe wird durch den Anspruch 1 und den nebengeordneten Anspruch 4 gelöst.

Der Grundgedanke der Erfindung ist darin zu sehen, daß die Verstärkungsfäden lediglich durch die Löcher des Positionierendes einzeln geführt werden, wohingegen in dem Umlenkelement keine einzelnen Führungskanäle für die einzelnen Verstärkungsfäden vorgesehen sind. Vielmehr wird jeder Verstärkungsfaden ohne separaten Führungskanal auf der radial inneren Oberfläche des Umlenkelementes geführt. Wird hierbei jeder einzelne Verstärkungsfaden auf Zug belastet, so legen sich die Verstärkungsfäden auf der radial inneren Oberfläche des Umlenkelementes überraschenderweise automatisch so ab, daß sie in der ringförmigen Austrittsfläche des Umlenkelementes alle den gewünschten äquidistanten Abstand zueinander einnehmen (näheres siehe Figurenbeschreibung).

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile sind insbesondere darin zu sehen, daß die einzelnen Verstärkungsfäden auf einfache Art und Weise durch die einzelnen Löcher in den Positionierendes geführt werden können, da es sich bei den einzelnen Löchern nicht um langegezogene Führungskanäle handelt. Ein weiterer Vorteil der Erfindung ist darin zu sehen, daß sich die einzelnen Verstärkungsfäden automatisch auf der radial inneren Oberfläche des Umlenkelementes in der gewünschten Art und Weise ablegen, wenn auf die Verstärkungsfäden ein Zug in Längsrichtung des Umlenkelementes ausgeübt wird. Somit kann in dem Umlenkelement auf langgezogene Führungskanäle, in denen einzelne Verstärkungsfäden geführt werden, vollständig verzichtet werden und die Vorrichtung ist einfach für eine Fertigung vorzubereiten. Ein weiterer Vorteil der Erfindung ist darin zu sehen, daß die einzelnen Verstärkungsfäden in dem Umlenkelement frei zugänglich sind, was u. a. eine einfache Fadenüberwachung ermöglicht.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung nach Anspruch 2 werden die Verstärkungsfäden in einem Eintrittswinkel von ca.  $40^\circ$  bis  $100^\circ$ , vorzugsweise  $80^\circ$  bis  $90^\circ$ , zur Längsachse des Positionierendes durch den Positionierendes geführt. Dementsprechend weist das Umlenkelement an der Eintrittsöffnung ebenfalls einen Eintrittswinkel  $\alpha$  von  $40^\circ$  bis  $100^\circ$ , vorzugsweise  $80^\circ$  bis  $90^\circ$ , zur Längsachse des Umlenkelementes auf. Der Vorteil dieser Weiterbildung ist darin zu sehen, daß die einzelnen Verstärkungsfäden radial außerhalb des Positionierendes nahezu senkrecht zur Längsachse des Positionierendes geführt werden können (was einem Eintrittswinkel von  $90^\circ$  entspricht). Ein Spulengatter, auf dem eine Vielzahl von Spulen befestigt ist, von denen die einzelnen Verstärkungsfäden abgewickelt werden, kann somit senkrecht zur Längsachse des Positionierendes ausgerichtet sein, so daß die gesamte Vorrichtung zur Aufbringung der einzelnen Verstärkungsfäden inklusive des Spulengatters nur eine geringe Länge benötigt.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung nach Anspruch 3 entspricht die radial innere Oberfläche des Umlenkelementes weitgehend der Oberfläche, die bei der Rotation eines Viertelkreises bzw. einer Vierteilellipse um die Längsachse des Positionierendes entsteht. Der Vorteil dieser Weiterbildung ist darin zu sehen, daß die einzelnen Verstärkungsfäden auf einer extrem kurzen Länge von einem Eintrittswinkel von  $80^\circ$  bis  $90^\circ$  zur Längsachse des Positionierendes auf einen Austrittswinkel von  $0^\circ$  bis  $15^\circ$  zur Längsachse des Positionierendes umgelenkt werden können.

Gemäß einer Weiterbildung des Verfahrens nach Anspruch 5 wird die erste Schicht auf ihrer radial äußeren Oberfläche vor dem Ablegen der Verstärkungsfäden auf dieser mit einer Haftschrift, z. B. in Form einer Gummilösung, versehen. Gemäß dieser Weiterbildung wird insbesondere dann vorgegangen, wenn die einzelnen Verstärkungsfäden parallel zur Längsrichtung der ersten Schicht auf der radial äußeren Oberfläche dieser Schicht abgelegt werden sollen,

da dann keine Umfangskräfte für die Fadeneinbettung zur Verfügung stehen. In diesem Fall werden die einzelnen Verstärkungsfäden durch die Gummilösung auf der radial äußeren Oberfläche der ersten Schicht "verklebt", so daß die einzelnen Verstärkungsfäden sicher in ihrer Position bleiben.

Gemäß einer Weiterbildung des Verfahrens nach Anspruch 6 rotieren Positionierendes und Umlenkelement mit der gleichen Winkelgeschwindigkeit um ihre Längsachse, so daß die Verstärkungsfäden wendelförmig auf der radial äußeren Oberfläche der ersten Schicht abgelegt werden. Auch bei dieser Weiterbildung bewegt sich der Dorn ausschließlich translatorisch ausgehend von der Eintrittsfläche durch die Austrittsfläche des Umlenkelementes, so daß durch diese Weiterbildung ein Schlauchrohling mit einer wendelförmig verlaufenden Lage aus Verstärkungsfäden gefertigt werden kann. Bei dieser Weiterbildung ist es nicht zwingend notwendig, daß die radial äußere Oberfläche der ersten Schicht vor dem Ablegen der Verstärkungsfäden mit einer Haftschrift versehen wird, da durch das wendelförmige Ablegen der einzelnen Verstärkungsfäden auf jeden Verstärkungsfaden eine nach radial innen gerichtete Kraft wirkt, die jeden einzelnen Verstärkungsfaden automatisch in seiner Position fixiert.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung nach Anspruch 7 wird die erste Schicht auf ihrer radial äußeren Oberfläche nach dem Ablegen der Verstärkungsfäden auf dieser in einer Verarbeitungsstation von einer Zwischenschicht abgedeckt und auf dieser Zwischenschicht werden weitere Verstärkungsfäden genauso abgelegt, wie es bereits im Zusammenhang mit dem nebengeordneten Anspruch 4 erläutert worden ist. Der Vorteil dieser Weiterbildung ist darin zu sehen, daß ein Schlauchrohling mit zwei Schichten von Verstärkungsfäden aus einzelnen äquidistanten Verstärkungsfäden hergestellt werden kann, die durch eine polymere Schicht voneinander getrennt sind.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung nach Anspruch 8 rotieren Positionierendes und Umlenkelement der ersten Vorrichtung und der weiteren Vorrichtung mit einer Winkelgeschwindigkeit um ihre Längsachse, so daß die Verstärkungsfäden wendelförmig auf der radial äußeren Oberfläche der ersten Schicht bzw. der Zwischenschicht abgelegt werden, wobei der Drehsinn des Positionierendes und des Umlenkelementes der weiteren Vorrichtung den Drehsinn des Positionierendes und des Umlenkelementes der ersten Vorrichtung entgegengesetzt ist und die Winkelgeschwindigkeiten, mit denen die beiden Vorrichtungen rotieren, vorzugsweise nahezu übereinstimmen. Die Winkelgeschwindigkeit läßt sich aus der Beziehung  $n = v/2\pi D \tan \delta$  berechnen. Hierin bedeutet  $n$  die Drehzahl der Umlenkvorrichtung,  $v$  die Axialgeschwindigkeit des Dornes,  $D$  der äußere Durchmesser des zu umwickelnden Schlauchrohlings und  $\delta$  der Fadenwinkel zur Umfangsrichtung des Dornes. Der Vorteil dieser Weiterbildung ist darin zu sehen, daß mit Hilfe der ersten und der zweiten Vorrichtung einfache Art und Weise ein Schlauchrohling hergestellt werden kann, der zwei wendelförmig gewickelte Verstärkungslagen aus einzelnen äquidistanten Verstärkungsfäden aufweist, die durch eine Zwischenschicht voneinander beabstandet sind.

Gemäß einer Weiterbildung des Verfahrens nach Anspruch 9 entspricht der Radius des Dorns weitestgehend dem Radius der Austrittsfläche der ersten Umlenkvorrichtung bzw. der zweiten Umlenkvorrichtung, sofern eine solche vorhanden ist. Unter der Formulierung "weitestgehend dem Radius der Austrittsfläche" ist zu verstehen, daß eine auf den Dorn aufgebrachte Schicht in einem minimalen Abstand durch die Austrittsfläche des Umlenkelementes geführt werden kann, ohne die radial innere Oberfläche des Umlenkelementes in der Austrittsfläche zu berühren. Der

Vorteil dieser Weiterbildung ist darin zu sehen, daß die einzelnen Verstärkungsfäden zwischen dem Dorn und der radial inneren Oberfläche der Austrittsfläche exakt in axialer Richtung geführt werden, so daß ein besonders exaktes Ablegen auf der radial äußeren Oberfläche der Schicht auf dem Dorn möglich ist.

Gemäß einer Weiterbildung des Verfahrens nach Anspruch 10 entspricht die auf jeden Verstärkungsfaden wirkende Zugbelastung 0,5 N bis 5 N, vorzugsweise 0,6 N bis 1 N/Faden. Es hat sich gezeigt, daß eine derartige Zugbelastung bereits ausreichend ist, um zu gewährleisten, daß sich die einzelnen Verstärkungsfäden exakt auf der radial inneren Oberfläche des Umlenkelementes ablegen. Der Vorteil dieser Weiterbildung ist darin zu sehen, daß die gesamte Zugbelastung, die auf sämtliche Verstärkungsfäden wirkt und von dem translatorisch bewegten Dorn aufgebracht werden muß, relativ niedrig ist.

Ein Ausführungsbeispiel und weitere Vorteile der Erfindung werden im Zusammenhang mit den nachstehenden Figuren erläutert, darin zeigt:

Fig. 1a eine Vorrichtung zur Aufbringung einzelner Verstärkungsfäden auf eine schlauchförmige Schicht im Längsschnitt,

Fig. 1b eine Vorrichtung zur Aufbringung einzelner Verstärkungsfäden auf eine schlauchförmige Schicht im Querschnitt,

Fig. 2 ein rotationssymmetrisches trichterförmiges Umlenkelement in schematischer Ansicht,

Fig. 3 eine Vorrichtung zur Aufbringung einzelner Verstärkungsfäden auf eine schlauchförmige Schicht im Längsschnitt,

Fig. 4 eine Fertigungsstraße zur Herstellung eines fadenverstärkten, aus mehreren Schichten bestehenden Schlauchrohrlings in schematischer Darstellung.

Fig. 1a zeigt eine Vorrichtung 2 zur Aufbringung einzelner Verstärkungsfäden auf eine schlauchförmige Schicht im Längsschnitt. Die Vorrichtung 2 enthält einen kreisförmigen Positionierring 4, der auf einer Umfangslinie eine Reihe von äquidistanten Löchern 6 aufweist (siehe auch Fig. 1b, die einen Querschnitt entlang der in der Fig. 1a eingezeichneten Linie Ib-Ib zeigt). Durch jedes einzelne der Löcher 6 wird ein Verstärkungsfaden 8 in einem Eintrittswinkel  $\alpha$  zur Längsachse 10 des Positionierrings 4 von radial außen nach radial innen geführt. Jeder einzelne Verstärkungsfaden 8 wird von einer radial außerhalb des Positionierrings 4 befindlichen Spule abgewickelt, die auf einem Spulengatter befestigt ist, das den Positionierring 4 konzentrisch umschließt (die Spulen und das Spulengatter sind in der Fig. 1a nicht eingezeichnet, diesbezüglich sei jedoch auf die Fig. 4 verwiesen).

Die Vorrichtung 2 enthält neben dem Positionierring 4 ein rotationssymmetrisches trichterförmiges Umlenkelement 12. Dieses weist einen einzigen sich stetig verjüngenden Kanal 14 mit einer ringförmigen Eintrittsöffnung 16 und einer kleineren ringförmigen Austrittsöffnung 18 auf. Der Durchmesser der Eintrittsöffnung 16 entspricht dem lichten Durchmesser des Positionierrings. Auf der radial inneren Oberfläche 20 des Umlenkelementes 12 werden die einzelnen Verstärkungsfäden 8 geführt. Dies wird im Zusammenhang mit den nachfolgenden Figuren genauer erläutert.

An der Eintrittsöffnung 16 weist eine in Längsrichtung an die radial innere Oberfläche 20 angelegte Tangente 22 einen Eintrittswinkel  $\alpha$  zur Längsachse 10 des Umlenkelementes 12 auf. Der Eintrittswinkel  $\alpha$  stimmt mit dem Eintrittswinkel  $\alpha$  der Verstärkungsfäden 8 zur Längsachse 10 des Positionierrings 4 überein und liegt zwischen  $40^\circ$  und  $100^\circ$ , vorzugsweise zwischen  $80^\circ$  und  $90^\circ$ .

An der Austrittsöffnung 18 weist eine an die radial innere

Oberfläche 20 in Längsrichtung angelegte Tangente 24 einen Austrittswinkel  $\beta$  zur Längsachse 10 des Umlenkelementes 12 auf, der zwischen  $0^\circ$  und  $25^\circ$ , bevorzugt zwischen  $0^\circ$  und  $10^\circ$ , liegt.

Das Umlenkelement 12 wird von dem Positionierring 4 konzentrisch umfaßt, so daß die Längsachse 10 des Umlenkelementes 12 mit der Längsachse 10 des Positionierrings 4 zusammenfällt. Ferner ist das Umlenkelement 12 zum Positionierring 4 derart axial ausgerichtet, daß die Löcher 6 des Positionierrings 4 unmittelbar vor der Eintrittsöffnung 16 des Umlenkelementes 12 liegen, so daß durch die Löcher 6 von radial außen nach radial innen geführte Verstärkungsfäden 8 direkt in die Eintrittsöffnung 16 des Umlenkelementes 12 geführt werden können. Ein auf der radial inneren Oberfläche geführter Verstärkungsfaden 8, der radial außerhalb des Positionierrings 4 zur Längsachse 10 den Winkel  $\alpha$  einnimmt, wird durch das Umlenkelement 12 so umgelenkt, daß an der Austrittsöffnung 18 einen Winkel  $\beta$  zur Längsachse 10 einnimmt.

Fig. 1b zeigt einen Schnitt entlang der in der Fig. 1a eingezeichneten Linie Ib-Ib. Auf einer Umfangslinie des Positionierrings 4 ist eine Vielzahl von Löchern 6 angeordnet. Zwei nebeneinander liegende Löcher 6a und 6b in dem Positionierring 4 weisen jeweils den gleichen Abstand D voneinander auf. Durch jedes der Löcher 6 wird ein Verstärkungsfaden 8 auf die radial innere Oberfläche 20 des Umlenkelementes 12 geführt, so wie es bereits im Zusammenhang mit der Fig. 1a erläutert worden ist.

Fig. 2 zeigt die radial innere Oberfläche 20 eines Umlenkelementes 12 in perspektivischer Ansicht. Die radial innere Oberfläche 20 ist rotationssymmetrisch zur Längsachse 10 und trichterförmig ausgebildet. Auf der radial inneren Oberfläche 20 verlaufen Verstärkungsfäden 8. In der Eintrittsöffnung 16 haben zwei beliebige benachbarte Verstärkungsfäden 8a und 8b den Abstand D zueinander, der durch den Abstand der Löcher 6 in dem Positionierring 4 vorgegeben ist. An der Austrittsöffnung 18 haben zwei beliebige benachbarte Verstärkungsfäden 8a, 8b den Abstand d zueinander. Sämtliche Verstärkungsfäden 8 haben also sowohl in der Eintrittsöffnung 16 als auch in der Austrittsöffnung 18 äquidistante Abstände zueinander. Hierbei ist das Verhältnis  $D/d$  genauso wie das Verhältnis  $R/r$ , wobei R dem Radius der Eintrittsöffnung 16 und r dem Radius der Austrittsöffnung 16 entspricht. Es gibt also  $d = Dr/R$ . Durch das trichterförmige Umlenkelement 12 werden die einzelnen Verstärkungsfäden 8, die in der Eintrittsöffnung 16 große äquidistante Abstände D zueinander aufweisen, also auf kleine äquidistante Abstände zusammengeführt. Das "Maß der Zusammenführung" wird durch das Verhältnis  $r/R$  bestimmt.

Im folgenden wird erläutert, wie es zu der oben erläuterten Orientierung der Verstärkungsfäden 8 auf der radial inneren Oberfläche 20 kommt. Werden die Verstärkungsfäden 8 ausgehend von der Eintrittsöffnung 16 durch das radial Innere des Umlenkelementes 12 zu der Austrittsöffnung 18 geführt und dabei auf Zug belastet, so legen sich die Verstärkungsfäden 8 auf der radial inneren Oberfläche 20 des Umlenkelementes 12 ab. Wegen der Zugbelastung, die auf jeden einzelnen Verstärkungsfaden 8 in Längsrichtung des Umlenkelementes 12 einwirkt (angedeutet durch den Pfeil in der Fig. 2), geschieht dies automatisch so, daß jeder Verstärkungsfaden ausgehend von einem Punkt 26 in der Eintrittsöffnung 16 auf kürzestem Wege zu einem Punkt 28 in der Austrittsöffnung 18 verläuft. Diese kürzeste Verbindungslinie, entlang der ein Verstärkungsfaden 8 verläuft, ist offensichtlich dadurch bestimmt, daß der Verstärkungsfaden 8 auf jeder gedachten kreisrunden Umfangslinie 30 der radial inneren Oberfläche 20 senkrecht steht. Daraus folgt, daß die von der Eintrittsöffnung 16 zur Austrittsöffnung 18 verlau-

fenden Verstärkungsfäden 8 einander ausschließlich angeordnet werden, jedoch in jeder beliebigen gedachten kreisrunden Umfangslinie 30 äquidistante Abstände zueinander einnehmen. Andernfalls gäbe es nämlich mindestens eine gedachte kreisrunde Umfangslinie 30, auf der nicht alle Verstärkungsfäden 8 senkrecht stehen würden. Insbesondere nehmen die Verstärkungsfäden 8 also auch in der Austrittsöffnung 18 äquidistante Abstände zueinander ein.

Die trichterförmige rotationssymmetrisch ausgebildete radial innere Oberfläche 20 des Umlenkelementes 12 bewirkt also, daß die Verstärkungsfäden umgelenkt werden, so wie es im Zusammenhang mit der Fig. 1 erläutert worden ist. Darüber hinaus bewirkt die radial innere Oberfläche 20, daß der Abstand D zweier benachbarter Verstärkungsfäden in der Eintrittsöffnung 16 auf den Abstand d zweier benachbarter Verstärkungsfäden in der Austrittsöffnung 18 verkleinert wird. Dies alles wird erreicht, ohne daß auf der radial inneren Oberfläche 20 ein einzelner Führungskanal für jeden einzelnen Verstärkungsfaden vorgesehen werden muß. Die einzige Bedingung, die erfüllt sein muß, ist die, daß auf die Verstärkungsfäden 8 eine Zugbelastung in Längsrichtung des Umlenkelementes 12 ausgeübt wird. Ferner sollten die Reibungskräfte zwischen den Verstärkungsfäden und der radial inneren Oberfläche 20 möglichst klein sein, um eine leichte Ausrichtung der Fäden zu ermöglichen.

Fig. 3 zeigt eine Vorrichtung 2 zur Aufbringung einzelner Verstärkungsfäden auf eine schlauchförmige Schicht im Längsschnitt mit einem kreisförmigen Positioniererring 4 und einem rotationssymmetrischen Umlenkelement. Die Vorrichtung ist grundsätzlich genauso aufgebaut, wie es bereits im Zusammenhang mit der Fig. 1 erläutert worden ist, so daß auf die diesbezügliche Figurenbeschreibung verwiesen wird. Bei der in der Fig. 3 gezeigten Vorrichtung 2 entspricht die radial innere Oberfläche 20 des Umlenkelementes 12 weitestgehend der Oberfläche, die bei der Rotation eines Viertelkreises (bzw. einer Vierteilellipse) um die Längsachse 10 des Positionierringes 4 entsteht. Die einzelnen Verstärkungsfäden 8 werden bei dem in der Fig. 3 gezeigten Ausführungsbeispiel in einem Eintrittswinkel zur Längsachse 10 des Positionierringes 4 von radial außen nach radial innen geführt, der zwischen 80° und 100°, vorzugsweise zwischen 80° und 90°, liegt. Durch das Umlenkelement 12 werden die einzelnen Verstärkungsfäden so umgelenkt, daß sie an der Austrittsfläche des Umlenkelementes 12 einen Austrittswinkel einnehmen, der zwischen 0° und 10° liegt. Eine Umlenkung über einen derartig großen Winkelbereich kann durch das in der Fig. 3 gezeigte Umlenkelement 12 auf einer sehr kurzen Strecke vorgenommen werden.

Durch das radial Innere des Umlenkelementes 12 wird ausgehend von der Eintrittsöffnung 16 konzentrisch ein Dorn 32 geführt (die Bewegungsrichtung des Dorns 32 ist durch den Pfeil angedeutet). Der Durchmesser des Dornes 32 entspricht weitestgehend dem Durchmesser der Austrittsöffnung 18 des Umlenkelementes 12. Im Bereich der Austrittsöffnung 18 weist das Umlenkelement 12 eine elastische rotationssymmetrische Zentriermanschette 34 auf, deren radial innere Oberfläche bündig in die radial innere Oberfläche 20 des Umlenkelementes 12 übergeht. Die Zentriermanschette 34 ermöglicht es, den Dorn 32 auch dann noch durch das radial Innere des Umlenkelementes 12 zu führen, wenn dieser mit einer dünnen schlauchförmigen Schicht aus polymerem Werkstoff bedeckt ist. In diesem Fall wird die elastische Zentriermanschette um die Dicke der schlauchförmigen Schicht nach radial außen gedrückt und die Verstärkungsfäden werden auf der radial äußeren Oberfläche der schlauchförmigen Schicht abgelegt.

Fig. 4 zeigt in schematischer Darstellung eine Fertigungs-

straße zur Herstellung eines fadenverstärkten, aus mehreren Schichten bestehenden Schlauchrohrlings im Längsschnitt. Der Dorn 32 wird von links nach rechts in Pfeilrichtung durch die einzelnen Verarbeitungsstationen geführt. Mit Hilfe eines ersten Extruders 36 wird auf den Dorn 32 eine erste schlauchförmige Schicht aus polymerem Werkstoff aufgebracht. Auf die radial äußere Oberfläche der ersten schlauchförmigen Schicht kann in einer Verarbeitungsstation 38 eine Haftschrift aufgebracht werden. Danach wird der Dorn 32 durch eine erste Vorrichtung 2a zur Aufbringung einzelner Verstärkungsfäden 8 geführt. Die Vorrichtung 2a ist genauso aufgebaut, wie es bereits im Zusammenhang mit der Fig. 3 erläutert wurde. Darüber hinaus wird der Dorn 32 genauso durch die Vorrichtung 2a geführt, wie es ebenfalls bereits im Zusammenhang mit der Fig. 3 erläutert wurde. Durch die Vorrichtung 2a werden die von einem Spulengatter 40, das die Vorrichtung 2a konzentrisch umfaßt, bereitgestellten Verstärkungsfäden 8 umgelenkt und auf der radial äußeren Oberfläche der ersten Schicht in äquidistanten Abständen abgelegt.

Damit die auf der radial inneren Oberfläche der Vorrichtung 2 liegenden Verstärkungsfäden durch die translatorische Bewegung des Dorns ständig auf Zug in Längsrichtung des Dorns 32 belastet werden, enthält jede Spule 42 des Spulengatters 40 eine Bremse. Durch die Bremse kann die auf jeden einzelnen Verstärkungsfaden wirkende Zugkraft eingestellt werden, bevorzugt wird eine Zugkraft gewählt, die zwischen 5 N und 50 N, vorzugsweise zwischen 0,6 N und 1 N, pro Verstärkungsfaden liegt.

Nachdem auf der radial äußeren Oberfläche der ersten Schicht des Schlauchrohrlings in der ersten Vorrichtung 2a die Verstärkungsfäden abgelegt worden sind, wird diese in einer weiteren Verarbeitungsstation 44 von einer Zwischenschicht abgedeckt. Bei der Zwischenschicht kann es sich um eine weitere Schicht aus polymerem Werkstoff oder um eine Haftschrift handeln.

In der Vorrichtung 2b wird dann auf der radial äußeren Oberfläche der Zwischenschicht eine weitere Lage von Verstärkungsfäden abgelegt. Dies erfolgt genauso, wie es bereits im Zusammenhang mit dem Ablegen von Verstärkungsfäden auf der radial äußeren Oberfläche der ersten Schicht erläutert worden ist.

Schließlich wird der Dorn 32 durch einen zweiten Extruder 46 geführt, in der die radial äußere Oberfläche der Zwischenschicht mit einer weiteren Schicht aus polymerem Werkstoff abgedeckt wird. Der Schlauchrohrling ist dann fertiggestellt und kann in an sich bekannter Art und Weise weiterverarbeitet werden.

Die erste Vorrichtung 2a und das dazugehörige erste Spulengatter 40a können um die Längsachse des Domes mit einer bestimmten übereinstimmenden Winkelgeschwindigkeit rotieren. In diesem Fall werden die Verstärkungsfäden wendelförmig auf der radial äußeren Oberfläche der ersten Schicht abgelegt. Entsprechend können sich die zweite Vorrichtung 2b und das ihr zugeordnete Spulengatter 40b ebenfalls mit einer bestimmten übereinstimmenden Winkelgeschwindigkeit um die Längsachse des Domes 32 drehen. In diesem Fall werden die Verstärkungsfäden auf der Zwischenschicht ebenfalls wendelförmig abgelegt. Vorzugsweise stimmen die Winkelgeschwindigkeiten der Vorrichtungen 2a und 2b und der Spulengatter 40a und 40b überein und ist der Drehsinn der Vorrichtungen 2a und 2b und der Spulengatter 40a und 40b entgegengesetzt. In diesem Fall ist der Steigungswinkel der beiden Wendeln gleich, lediglich ihr Drehsinn ist entgegengesetzt.

eine weitere Schicht aus polymerem Werkstoff oder um eine Haftschrift handeln.

In der Vorrichtung 2b wird dann auf der radial äußeren Oberfläche der Zwischenschicht eine weitere Lage von Verstärkungsfäden abgelegt. Dies erfolgt genauso, wie es bereits im Zusammenhang mit dem Ablegen von Verstärkungsfäden auf der radial äußeren Oberfläche der ersten Schicht erläutert worden ist.

Schließlich wird der Dorn 32 durch einen zweiten Extruder 44 geführt, in der die radial äußere Oberfläche der Zwischenschicht mit einer weiteren Schicht aus polymerem Werkstoff abgedeckt wird. Der Schlauchrohling ist dann fertiggestellt und kann in an sich bekannter Art und Weise weiterverarbeitet werden.

Die erste Vorrichtung 2a und das dazugehörige erste Spulengatter 40a können um die Längsachse des Dornes mit einer bestimmten übereinstimmenden Winkelgeschwindigkeit rotieren. In diesem Fall werden die Verstärkungsfäden spiralförmig auf der radial äußeren Oberfläche der ersten Schicht abgelegt. Entsprechend können sich die zweite Vorrichtung 2b und das ihr zugeordnete Spulengatter 40b ebenfalls mit einer bestimmten übereinstimmenden Winkelgeschwindigkeit um die Längsachse des Dornes 32 drehen. In diesem Fall werden die Verstärkungsfäden auf der Zwischenschicht ebenfalls spiralförmig abgelegt. Vorzugsweise stimmen die Winkelgeschwindigkeiten der Vorrichtungen 2a und 2b und der Spulengatter 40a und 40b überein und ist der Drehsinn der Vorrichtungen 2a und 2b und der Spulengatter 40a und 40b entgegengesetzt. In diesem Fall ist der Steigungswinkel der beiden Spiralen gleich, lediglich ihr Drehsinn ist entgegengesetzt.

#### Bezugszeichenliste

2 Vorrichtung zur Aufbringung einzelner Verstärkungsfäden	35
4 Positionierring	
6 Loch	
8 Verstärkungsfäden	
10 Längsachse des Positionierrings	
12 Umlenkelement	40
14 Kanal	
16 ringförmige Eintrittsöffnung	
18 ringförmige Austrittsöffnung	
20 radial innere Oberfläche	
22, 24 Tangente	45
26, 28 Punkt	
30 kreisrunde Umfangslinie	
32 Dorn	
34 Zentriermanschette	
36 erster Extruder	50
38 Verarbeitungsstation	
40 Spulengatter	
42 Spule	
40, 42 Verarbeitungsstation	
44 zweiter Extruder	55

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung (2) zur Aufbringung einzelner Verstärkungsfäden (8) auf eine schlauchförmige Schicht aus polymerem Werkstoff, die zu einem fadenverstärkten, aus mehreren Schichten bestehenden Schlauchrohling aus polymerem Werkstoff weiterverarbeitet wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung (2) folgende Merkmale aufweist:

– die Vorrichtung (2) enthält einen Positionierring (4), der auf einer Umfangslinie mindestens eine Reihe von äquidistanten Löchern (6) auf-

weist, wobei durch jedes Loch (6) ein Verstärkungsfaden (8) in einem Eintrittswinkel zur Längsachse des Positionierrings (4) von radial außen nach radial innen führbar ist

– die Vorrichtung (2) enthält ein rotationssymmetrisches trichterförmiges Umlenkelement (12), das einen einzigen sich stetig verjüngenden Kanal (14) mit einer ringförmigen Eintrittsöffnung (16) und einer kleineren ringförmigen Austrittsöffnung (18) umschließt und auf dessen radial inneren Oberfläche (20) die Verstärkungsfäden (8) führbar sind

– an der Eintrittsöffnung (16) weist das Umlenkelement einen Eintrittswinkel  $\alpha$  zur Längsachse (10) des Umlenkelementes (12) auf, der weitestgehend dem Eintrittswinkel der Verstärkungsfäden (8) zur Längsachse (10) des Positionierrings (4) entspricht

– an der Austrittsöffnung (18) weist das Umlenkelement (12) einen Austrittswinkel  $\beta$  zur Längsachse (10) des Umlenkelementes (12) auf, der zwischen  $0^\circ$  und  $25^\circ$ , vorzugsweise zwischen  $0^\circ$  und  $10^\circ$ , liegt

– das Umlenkelement (12) wird von dem Positionierring (4) konzentrisch umfaßt und ist axial zum Positionierring (4) derart ausgerichtet, daß radial durch die Löcher (6) des Positionierrings (4) geführte Verstärkungsfäden (8) direkt in die Eintrittsöffnung (16) des Umlenkelementes (12) führbar sind.

2. Vorrichtung (2) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Verstärkungsfäden (8) in einem Eintrittswinkel zwischen  $40^\circ$  und  $100^\circ$ , vorzugsweise zwischen  $80^\circ$  und  $90^\circ$ , zur Längsachse (10) des Positionierrings (4) durch die Löcher (6) des Positionierrings (4) geführt werden.

3. Vorrichtung (2) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die radial innere Oberfläche (20) des Umlenkelementes (12) weitestgehend der Oberfläche entspricht, die bei der Rotation eines Viertelkreises bzw. einer Vierteilellipse um die Längsachse des Positionierrings entsteht.

4. Verfahren zur Herstellung eines fadenverstärkten, aus mehreren Schichten bestehenden Schlauchrohlings aus polymerem Werkstoff, mittels einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß

– durch jedes Loch (6) des Positionierrings (4) ein Verstärkungsfaden (8) in einem Eintrittswinkel zur Längsachse (10) des Positionierrings (4) von radial außen nach radial innen geführt wird

– die Verstärkungsfäden (8) auf die radial innere Oberfläche (20) des Umlenkelementes (12) gelegt werden und durch das Umlenkelement (12) von dem Eintrittswinkel in einen weitestgehend axialen Verlauf umgelenkt werden, wobei die Verstärkungsfäden (8) ständig auf Zug belastet werden

– und ferner dadurch, daß folgende Verfahrensschritte durchgeführt werden: in einer ersten Verarbeitungsstation (36) wird auf einen rotationssymmetrischen Dorn (32) eine erste Schicht aus polymerem Werkstoff aufgebracht

– der mit der ersten Schicht beschichtete Dorn (32) wird ausgehend von der Eintrittsöffnung (16) des Umlenkelementes (12) konzentrisch durch die Austrittsöffnung (18) des Umlenkelementes (12) geführt, so daß sich die auf der radial inneren

che 1 bis 3 weitere Verstärkungsfäden (8) wie folgt abgelegt werden:

- durch jedes Loch (6) des Positionierringes (4) der weiteren Vorrichtung (2) wird ein Verstärkungsfaden in einem Eintrittswinkel zur Längsachse des Positionierringes (4) von radial außen nach radial innen geführt
- die Verstärkungsfäden (8) werden auf der radial inneren Oberfläche (20) des Umlenkelementes (12) der weiteren Vorrichtung (2) gelegt und werden durch das Umlenkelement (12) von dem Eintrittswinkel in einen weitestgehend axialen Verlauf umgelenkt, wobei die Verstärkungsfäden (8) ständig auf Zug belastet werden
- der mit der ersten Schicht und mit der Zwischenschicht beschichtete Dorn (32) wird ausgehend von der Eintrittsöffnung (16) des Umlenkelementes (12) konzentrisch durch die Austrittsfläche (18) des Umlenkelementes (12) geführt, so daß sich die auf der radial inneren Oberfläche (20) des Umlenkelementes (12) befindlichen Verstärkungsfäden (8) in äquidistanten Abständen auf der radial äußeren Oberfläche der Zwischenschicht ablegen.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Positionierring (4) und das Umlenkelement (12) der ersten Vorrichtung (2a) und der zweiten Vorrichtung (2b) mit einer Winkelgeschwindigkeit um ihre Längsachse (10) rotieren, so daß die Verstärkungsfäden (8) wendelförmig auf der radial äußeren Oberfläche der ersten Schicht bzw. der Zwischenschicht abgelegt werden, wobei der Drehsinn des Positionierringes (4) und des Umlenkelementes (12) der zweiten Vorrichtung (2b) den Drehsinn des Positionierringes (4) und des Umlenkelementes (12) der ersten Vorrichtung (2a) entgegengesetzt ist und die Winkelgeschwindigkeiten, mit denen die beiden Vorrichtungen (2a, 2b) rotieren, vorzugsweise übereinstimmen.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Radius des Dorns (32) weitestgehend dem Radius der Austrittsöffnung (18) der ersten Umlenkvorrichtung (12) bzw. der zweiten Umlenkvorrichtung (12) entspricht, sofern eine solche vorhanden ist.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die auf jeden Verstärkungsfaden (8) wirkende Zugbelastung zwischen 0,5 Nm und 5 Nm liegt.

---

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

---

50

55

60

65

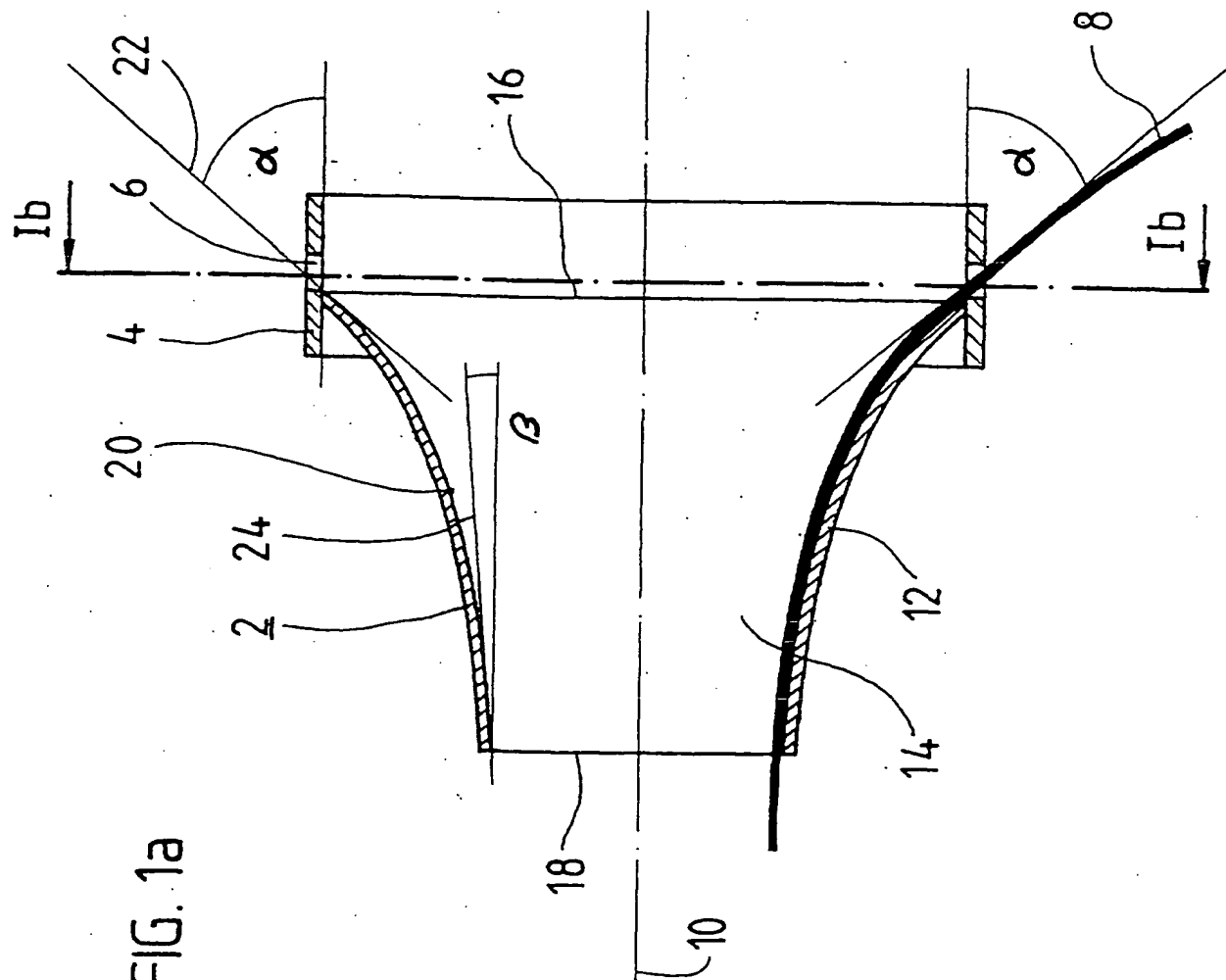




FIG. 1b

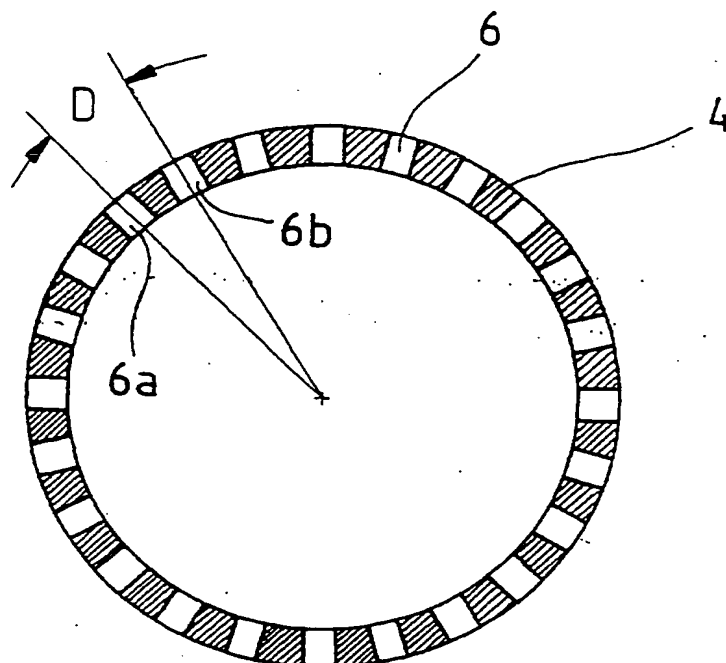
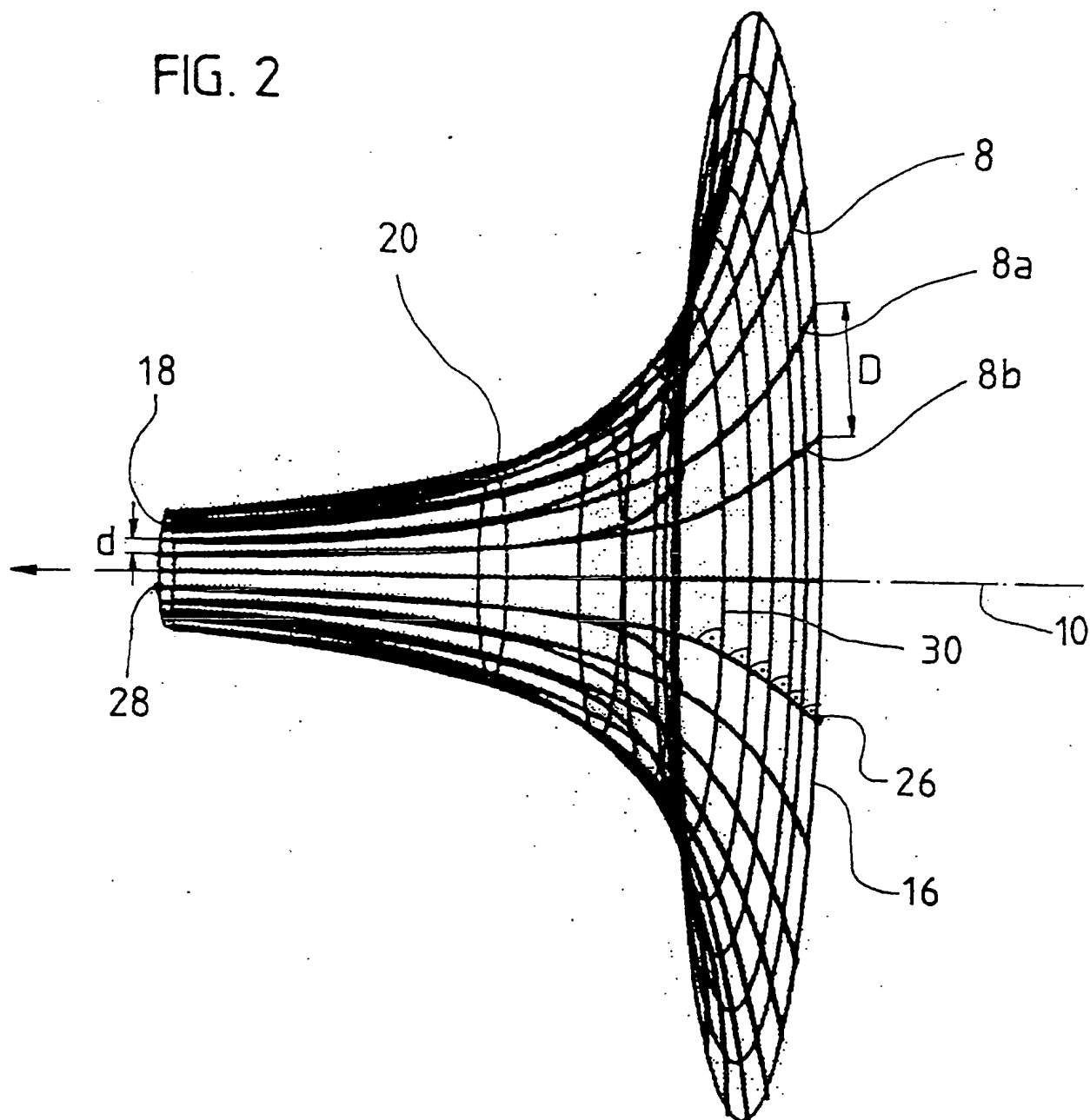


FIG. 2



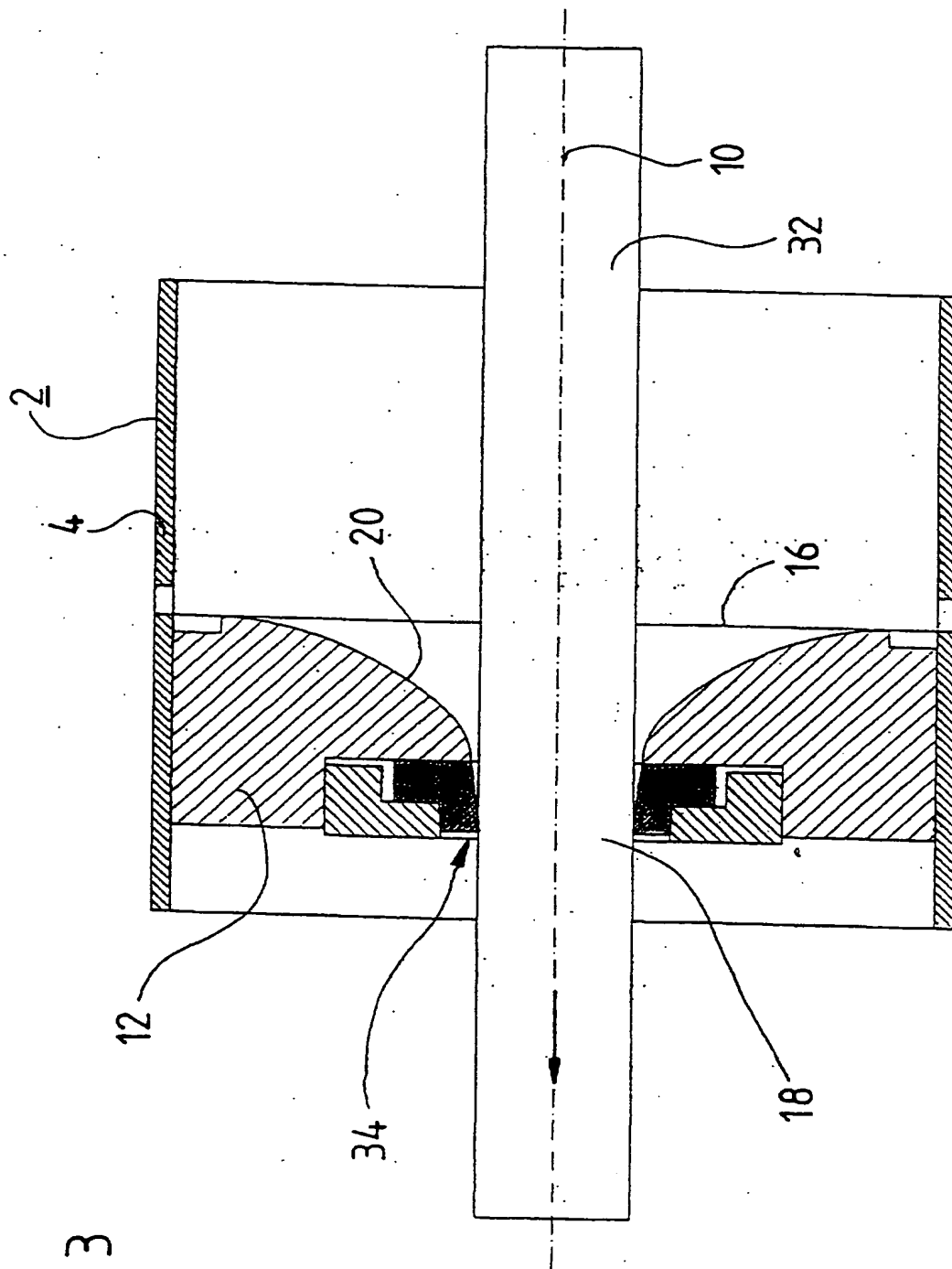


FIG. 3

